USO DE REVESTIMIENTO FLEXIBLE EN CANALIZACIONES URBANAS CASO: SANEAMIENTO DEL RÍO TIETÉ

Paulo E. Rocha[1], Petrucio José Dos Santos Junior[1], Pablo A. Porri[2] y Javier Herrera[2]

(1) Maccaferri do Brasil (2) Maccaferri de Argentina
Cod. Postal B1621GSH / 54 (03327) 457522
E-mail: paulorocha@maccaferri.com.br, petrucio@maccaferri.com.br, pporri@maccaferri-arg.com.ar, jherrera@maccaferri-arg.com.ar / Web: www.maccaferri.com.br / www.maccaferri-arg.com.ar

RESUMEN

Se presentan las tareas realizadas como parte del saneamiento del río Tieté. Se hace una descripción detallada del revestimiento instalado como protección contra la erosión en los taludes de la canalización y las peculiaridades suscitadas durante el proceso constructivo.

ABSTRACT

It presents the tasks undertaken as part of environmental clearing up of the Tiete River. It gives a detailed description of the revestment installed to protect against erosion on the slopes of the channel and the peculiarities raised during the construction process.

INTRODUCCIÓN

El Río Tieté, de longitud 1150 Km, es el más importante curso de agua del estado de San Pablo, Brasil. Recorre prácticamente todo el territorio paulista de este a oeste atravesando entre otras ciudades importantes a la ciudad de San Pablo.

En diversos puntos el río Tieté es aprovechado para la generación de energía eléctrica, abastecimiento de sistemas de acueducto y de riego, recreación, y el trasporte de personas y de carga. Sin embargo, hasta hace menos de una década, en algunas regiones las aguas del río Tieté se encontraban polucionadas.

La región con las aguas más polucionadas coincidía con el trayecto donde el río Tieté recorre el gran San Pablo. En dicho trecho el río se constituía en cuerpo receptor de aguas residuales domésticas e industriales; disminuía su velocidad media, acrecentándose la sedimentación y disminuyendo la capacidad de autodepuración. Lo anterior redundaba en fuertes olores y frecuentes desbordes e inundaciones. Algunas de las consecuencias derivadas de los desbordes del río Tieté eran: pérdida de vidas humanas, proliferación de vectores y enfermedades, grandes pérdidas económicas e interrupción de las principales vías de tráfico aledañas a las márgenes del río (avenidas marginales). Cabe anotar, que en el trecho en mención el río había sido canalizado para la construcción de las avenidas marginales.

Ante tal problemática, el Gobierno de San Pablo con financiación del Gobierno Japonés dio inició en 1995 al Proyecto Tieté, que sería la mayor obra de Saneamiento de América Latina ejecutada hasta ese entonces. El Proyecto Tieté se enfocó en la construcción de un sistema de recolección y tratamiento de efluentes para la región metropolitana de San Pablo y la ejecución de las obras de sistematización del río Tieté.

A continuación, se describen las obras ejecutadas en el marco de la sistematización del río Tieté, haciendo énfasis en las tareas realizadas durante el período 2003-2006 para el revestimiento de las márgenes.

SISTEMATIZACIÓN DEL RÍO TIETÉ

Las tareas realizadas en río Tieté como parte de la sistematización del mismo, se pueden sintetizar en: dragado del lecho del río, regularización y revestimiento de las márgenes, y la construcción de una defensa contra inundaciones. Las intervenciones anteriores se realizaron a lo largo de un trecho de 25 Km y estaban dirigidas a aumentar la conductividad del canal.

En cuanto al dragado, las obras se iniciaron en el año 2002, y contemplaron la remoción de cerca de 6,8 millones de metros cúbicos de material sólido del fondo, compuesto por suelo, roca y residuos. Se estima que el volumen de residuos no inertes alcanzó los 370 mil metros cúbicos. La profundización media del cauce alcanzada al término de las tareas de dragado fue del orden de los 2,5 metros.

Para la regularización y revestimiento de las márgenes, se perfilaron los taludes con un ángulo medio de 37° respecto a la horizontal, y se planteo el revestimiento de los taludes con colchones Reno, y a su vez, estos últimos serían revestidos con placas de hormigón de geometría cuadrada, separadas entre si 15 cm por una “dilatación” cubierta por geotextil y llenada con piedras (Figura 1). Una vez iniciados los trabajos de revestimiento de los colchones con las placas de hormigón, se presentaron problemas de tipo constructivo que terminaron por inviabilizar ésta solución. Algunos de los problemas suscitados por el uso de las placas de hormigón, fueron: bajos rendimientos debido a los tiempos de curado del hormigón, bajo rendimiento en la instalación del geotextil y llenado de las juntas de dilatación, y aumento de la rugosidad debido al desarrollo de vegetación.



Figura 1.- Placas de hormigón como revestimiento de los colchones Reno

Debido a los inconvenientes que planteaba el uso de las placas de hormigón, se optó por la ejecución de un revestimiento con hormigón proyectado (Figura 2). En este caso, además de aumentar los rendimientos de ejecución de la obra, se logró una disminución en la rugosidad del revestimiento y se aprovechó la malla doble torsión de los colchones para refuerzo del hormigón.



Figura 2.- Ejecución del revestimiento con hormigón proyectado

Cabe anotar, que en la selección de los colchones Reno como elementos de revestimiento de las márgenes fueron tenidas en cuenta las ventajas que ofrecen los mismos, como son: flexibilidad de los elementos, reducción de las capas de material para ejecución del filtro bajo la protección, durabilidad del sistema malla-piedra, la simplicidad del proceso de instalación y la no necesidad de mano de obra especializada.

PARTICULARIDADES DEL REVESTIMIENTO INSTALADO

Una vez regularizada la superficie donde se extenderían los colchones, se procedió a la ejecución de una zanja de anclaje en la parte superior del talud. Ésta zanja se localizó a 1,0 m del borde del talud, con profundidad 1,0 m y ancho de 0,5 m; en ella se instalaron gaviones caja pre-llenados con suelo, que posteriormente fueron conectados mediante costura a los colchones que revestirían el talud (Figura 3).

Los colchones instalados tienen un espesor de 17 cm, espesor que resulta estable ante las velocidades esperadas (no mayores a 3 m/s). La superficie revestida fue de aproximadamente 800.000 m^2.

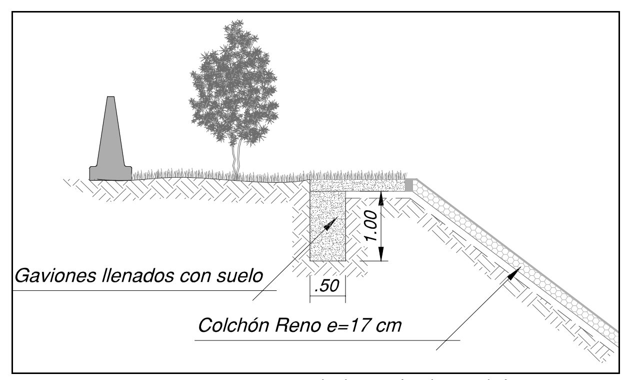


Figura 3.- Esquema de la zanja de anclaje

En la parte inferior de la protección, se ejecutó una berma de 3,0 m de longitud y la prolongación de un 1,0 m del revestimiento sobre el talud que intersecta el fondo del cauce, éste último tramo de protección reposa sobre un rip-rap (ver Figura 4).

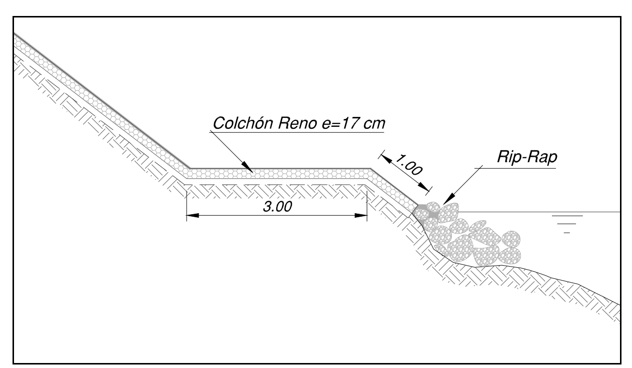


Figura 4.- Esquema de la protección en la zona inferior

En la Figura 5, se puede apreciar el aspecto final del revestimiento y parte del manejo urbanístico ejecutado en el coronamiento del talud.



Figura 5.- Esquema de la protección en la zona inferior

CONCLUSIONES

Fueron atendidas plenamente las solicitaciones del proyecto de regularización y revestimiento de las márgenes del río Tieté. Concluidas las obras no se han registrado más episodios de desborde e inundaciones, llegando a evacuarse caudales de hasta 1048 m^3/s (caudal levemente superior al de diseño, 1000 m^3/s) sin que la protección se viera comprometida.

Se verificó la versatilidad del revestimiento en colchones Reno en cuanto a la interacción con otros materiales, como el hormigón.

La utilización de colchones Reno permitió la ejecución de la obra acorde a el cronograma inicial de proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) (2003): "Ampliação da Calha do Rio Tietê, fase II", São Paulo, Brasil.

MACCAFERRI (2001). Manual Técnico de Revestimento de Canales y Cursos de Agua.

São Paulo, Brasil.

Tamashiro, W. S. (2004): "Proteção do fundo e margem de canais com a utilização de gabião tipo colchão e de geomantas", Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.